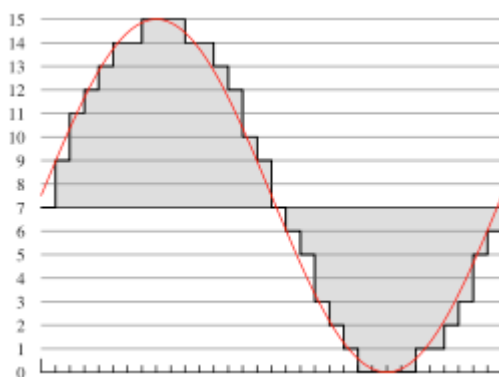
Apostila 4

Técnicas de Gravação e Mixagem de Áudio

Áudio Digital

PCM – Pulse Code Modulation

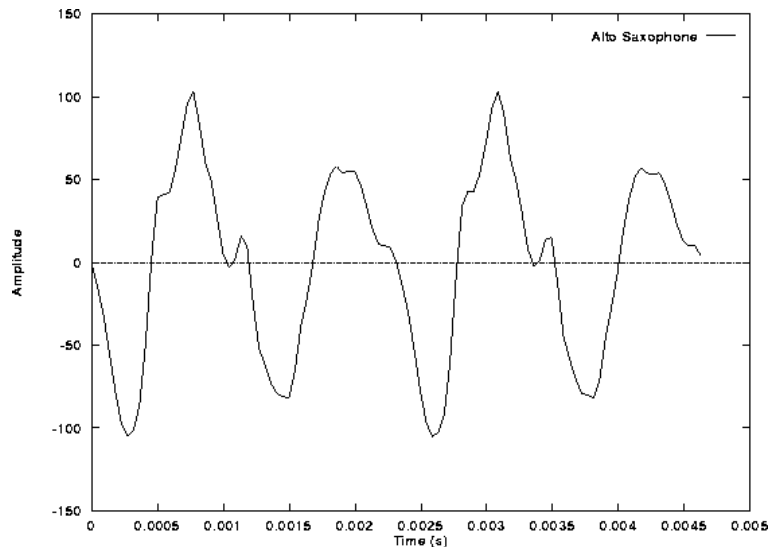
PCM é uma sigla para *Pulse-Code Modulation*, que é uma representação digital de um sinal analógico em que a magnitude do sinal é *sampleado* em intervalos regulares, e então *quantizado* e armazenado como uma informação binária em um ambiente digital. PCM se tornou o *standard* em áudio para o sistema telefônico e para a maioria das utilizações de áudio digital. Apesar de o nome conter a palavra *pulse,* não há nada medido em pulsos quando se trabalha com *samplers*, a não ser o fato de que os números binários de um código PCM são representados como pulsos elétricos. Portanto, PCM é simplesmente um termo técnico para se descrever *samples*.

Representação de um *sample* de uma *sine wave*

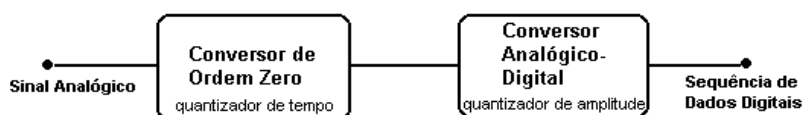
Samplers

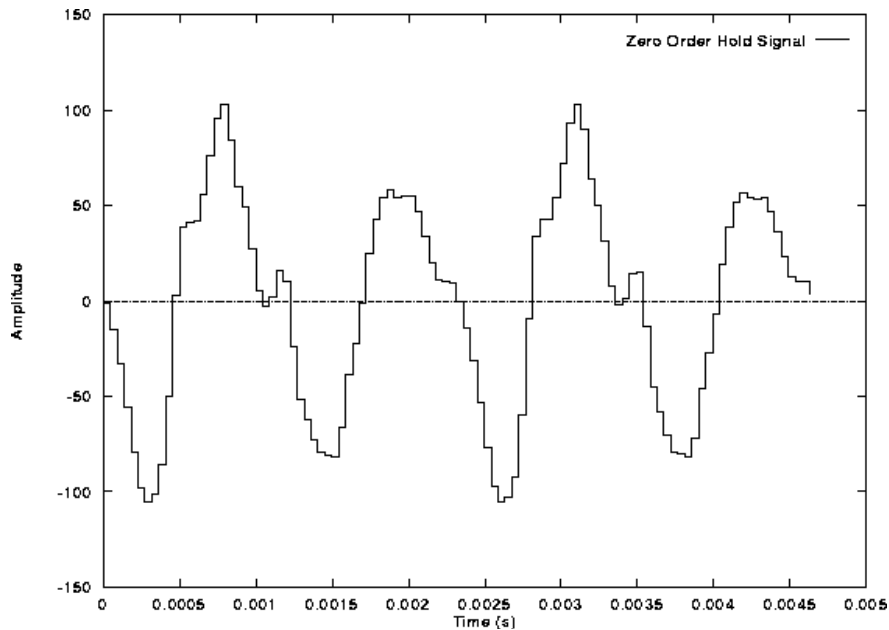
Introdução à Teoria de Amostragem em audio - *Sampling*

A expressão inglesa *sampling* significa amostragem. Ou seja, é a técnica que se emprega quando desejamos capturar uma parte de um som qualquer. Isto só se tornou popular com a introdução da tecnologia digital na engenharia de som. Mas bem antes disso já era empregada em instrumentos analógicos ou eletro-mecânicos como o Mellotron 400D por exemplo.

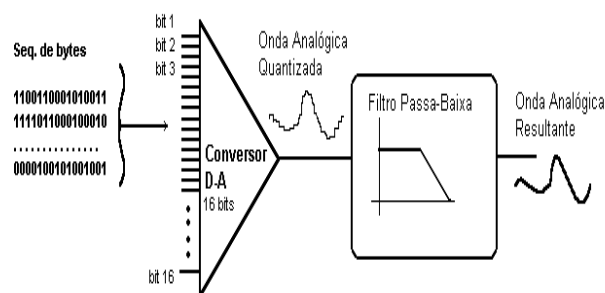
Não sendo parte do escopo principal deste curso, analisaremos a teoria de digitalização em áudio *superficialmente.*

Consideremos uma forma de onda qualquer, como a do Sax Alto da figura abaixo:

O conversor A/D é um dispositivo que traduz um determinado sinal analógico em uma palavra digital. No exemplo acima, nosso sinal está representado em mV (mili-volts) e podemos afirmar que, neste trecho em questão, sua variação dinâmica é de +/- 100 mV.

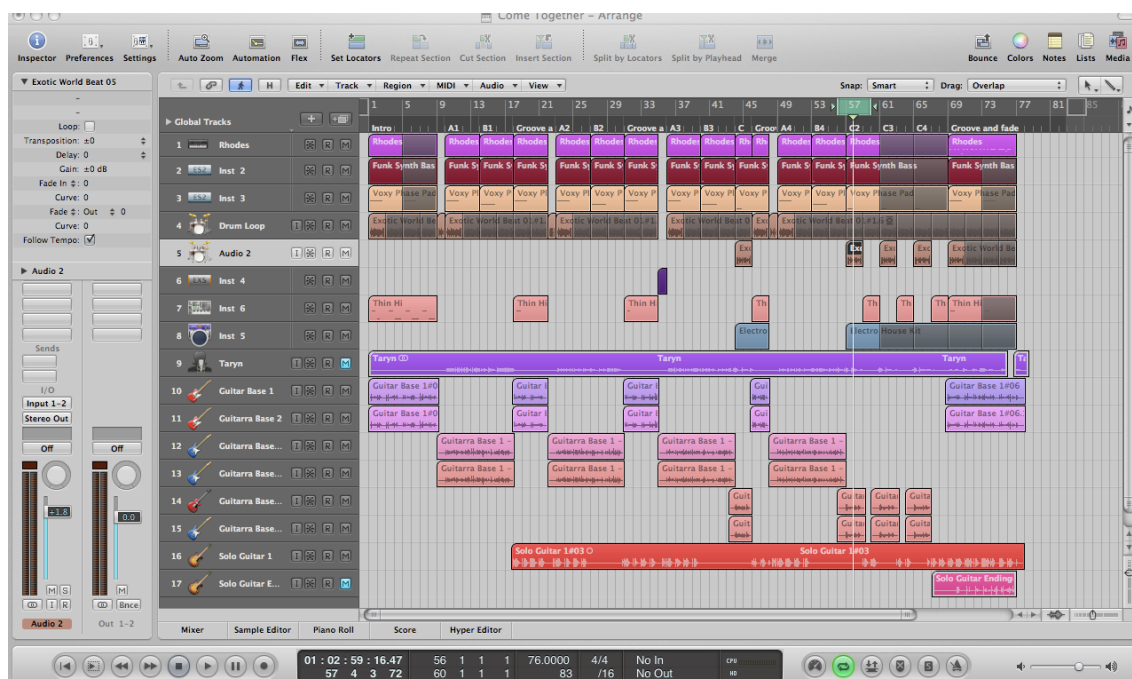
Antes de ser submetido a um conversor A/D este sinal deve passar por um estágio conhecido como conversor ou detector de Ordem Zero que *fotografa* a onda em pequenos intervalos fixos de tempo conhecidos como período de amostragem. A partir daí a tensão para cada intervalo de tempo é convertida num número binário pelo conversor A/D que vai ser a representação digital da tensão da onda naquele momento.

A frequência de amostragem do conversor de Ordem Zero será responsável pela precisão na escala de tempo. Por exemplo, quanto mais alta a frequência de amostragem, mais alta poderá ser a frequência da nossa onda na entrada, visto que a variação de um sinal, para um mesmo espaço de tempo, é maior nas frequências altas. O teorema de Nyquist estabelece que, para uma determinada onda periódica, é necessária uma frequência de amostragem no mínimo duas vezes maior para que haja uma correta conversão digital, livre dos erros mais conhecidos como distorção, ocasionados pela baixa frequência de amostragem (*undersampling*). Isto não é difícil de intuir, considerando-se que, para a senóide mais alta do espectro alvo, precisamos de no mínimo duas medidas: uma para cada semi-ciclo. O padrão de CD comercial utiliza SR (*Sample Rate*) de 44.1 KHz, ou seja, podemos converter, em teoria, até 22,05 KHz no espectro alvo, o que é um padrão bem acima do melhor ouvido humano, segundo se afirma.

Nosso sax alto, após o conversor de Ordem Zero ficaria mais ou menos assim:

Esse conversor também é conhecido como *sample-and-hold* (S&H), e o processo é simples: uma medição do nível da onda a cada espaço do período de amostragem, resultando nesta aparência de escada. Isto é conhecido como quantização.

Com os níveis de tensão bem definidos para cada intervalo de tempo, o conversor A/D transmite, a cada momento de leitura, uma palavra digital correspondente à tensão do sinal naquele instante. O número de bits desta palavra digital é responsável pela precisão da conversão, em termos de amplitude ou variação dinâmica. Em termos práticos, ele determina qual a menor variação entre níveis adjacentes do sinal quantizado. Uma regra aproximada é a de se considerar um valor de 6 dB para cada bit. O padrão CD de áudio é de 16 bits, ou seja, 96 dB divididos em 65.536 degraus de variação dinâmica - o que é um valor bem abaixo da percepção auditiva humana. A tendência, na indústria profissional de áudio, é de estabelecer o padrão de 24 bits (144 dB = 16.777.216 steps!!!) e 96 KHz (aprox. 10 micro segundos de amostragem!!). Este exagero no SR é chamado de oversampling e determina uma fiel reprodução da forma de onda original que elimina a necessidade de um software adicional de correção nos estágios digitais, um fator de encarecimento no custo de um projeto.

O processo inverso é conhecido como conversão D/A ou digital/analógico. A onda original é obtida a partir da onda quantizada por filtros passa-baixas num processo resumido abaixo (exemplo de 16 bits):

Agora, considere a seguinte hipótese: conhecendo-se a forma de onda original, se, no processo de conversão D-A, por intermédio de software, alteramos os dados de modo que se antecipe ou se atrase a sequência de bytes (por truncagem ou interpolação), a frequência da onda analógica resultante pode ser maior ou menor que a original, porém, mantendo a mesma forma e relação de harmônicos. Este é o princípio da síntese por amostragem ou *sampling*. O instrumento processador deste tipo de síntese é o *sampler*, um instrumento que, a partir de um modelo de ondas, tentará reproduzir, a partir de um controlador (na maioria dos casos, um teclado), a sonoridade sampleada originalmente.

Samplers são instrumentos que reproduzem um som gravado de forma a se comportar como um instrumento musical real. Gravadores digitais de áudio utilizam o mesmo processo, mas apenas tocam os *samples*.

Na figura mostrada, tirada de um programa de gravação para computador, cada parte colorida é um *sample* que é tocado exatamente como foi gravado. O programa de gravação simplesmente monta os *samples* de áudio na ordem e na localização que queremos.

Os programas de gravação têm inúmeras interfaces, como a que mostra os *tracks* que vimos na figura anterior. Podemos também abrir uma janela em que só temos acesso aos *faders*, abrindo-se como em um *mixer*.

Esse tipo de plataforma vem substituindo completamente os gravadores analógicos, pois com o aperfeiçoamento de plataformas e processadores de áudio, os antigos gravadores magnéticos tendem a desaparecer completamente.

Para a gravação de diálogos em cenas com som direto, tanto no cinema como em propaganda e etc, também se utiliza tecnologia digital atualmente, porém, em gravadores multipista de gravação digitalcomo o Sound Device 744:

Sound Device 744